

27

Qualitative and quantitative testing of flow properties of bulk goods

Patent Number: DE19809625
Publication date: 1999-09-09
Inventor(s): ZIMMERMANN INGFRID (DE); WEIGAND JUDITH (DE)
Applicant(s): ZIMMERMANN (DE)
Requested Patent: ☐ DE19809625
Application Number: DE19981009625 19980306
Priority Number(s): DE19981009625 19980306
IPC Classification: G01N11/00; G01N11/14; G01N11/06; G01G11/00; G01L1/00; G01F1/76; B65B1/30
EC Classification: G01N11/06, G01G13/02B2
Equivalents:

Abstract

In an apparatus and method, a variable-speed electric stirrer is provided in a run-out funnel (1). A measuring device (2) is connected to the stirrer to detect the torque present during stirring. An electronic weighing device (4) is placed under the run-out funnel for measuring the run-out speed of the bulk material flow.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 09 625 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 198 09 625.9
⑳ Anmeldetag: 6. 3. 98
㉑ Offenlegungstag: 9. 9. 99

⑤ Int. Cl.⁶:
G 01 N 11/00
G 01 N 11/14
G 01 N 11/06
G 01 G 11/00
G 01 L 1/00
G 01 F 1/76
B 65 B 1/30

DE 198 09 625 A 1

⑦ Anmelder:
Zimmermann, Ingfried, Prof.Dr., 97265 Hettstadt,
DE

⑦ Erfinder:
Zimmermann, Ingfried, Prof. Dr., 97265 Hettstadt,
DE; Weigand, Judith, 97956 Werbach, DE

⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 43 15 167 A1
DE 30 29 849 A1

SCHULZE, Dietmar: Zur Fließfähigkeit von
Schüttgütern - Definition und Meßverfahren.
In: Chem.-Ing.-Tech.67, 1995, Nr.1, S.60-68;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Vorrichtung und Verfahren zur qualitativen und quantitativen Prüfung der Fließeigenschaften von Schüttgütern

DE 198 09 625 A 1

DE 198 09 625 A 1

Beschreibung

Das Fließen von Schüttgütern spielt beim Transportieren, Lagern und in vielen Produktionsschritten, wie Mischen und Abpacken, eine entscheidende Rolle.

- 5 Im Deutschen Arzneibuch 1997 ist die Bestimmung des Fließverhaltens mittels Trichter aufgeführt. Hier wird die Zeit gemessen, in der 100 g Probe aus einem genormten Trichter ausfließen.

Von Reproduzierbarkeit kann bei dieser Bestimmungsmethode nur bei freifließenden und wenig kohäsiven Materialien gesprochen werden.

- 10 Die DIN ISO 4324 beschreibt die Bestimmung des Schüttwinkels von Pulvern und Granulaten mit Hilfe eines Trichters und eines integrierten Handrührers. Bei diesem Verfahren müssen die zu prüfenden Tenside, Pulver oder Granulate frei von Agglomeraten sein. Es gibt Auskünfte über die Lagerungseigenschaften von Pulvern, insbesondere in Silos. Hierbei wird der Schüttwinkel des Kegels bestimmt, der beim Ausfließen eines Pulver oder Granulates aus einem genormten Trichter gebildet wird. Das Eingabevolumen wird bei diesem Versuch konstant gehalten.

- 15 Dieses Verfahren kann nur bei freifließenden und wenig kohäsiven Materialien eingesetzt werden, da v.a. durch Agglomeratbildung kohäsiver Güter die Reproduzierbarkeit unzureichend ist. Die Geschwindigkeit des Rührers ist vom Experimentator abhängig und kann kaum standardisiert werden. Der Schüttgutwinkel erlaubt nur eine qualitative Aussage über die Fließfähigkeit. Hinweise auf die im Schüttgut wirksamen Kräfte sind nicht gewinnbar.

- 20 Mit der Jenike-Scherzelle (Translationsscherzelle) wird die Kraft gemessen, die zum Verschieben von zwei Schüttgutebenen definierter Porosität gegeneinander aufgewendet werden muß. Der Fließort eines Schüttgutes wird durch die Auftragung der gemessenen Schubspannungen bei verschiedenen Normalspannungen erhalten. Aus dem gewonnenen Fließort lassen sich die Daten entnehmen, die zur Auslegung der Auslaufgeometrien von Silos und Bunkern benötigt werden, um freies Ausfließen von Schüttgütern zu gewährleisten.

- 25 Die Daten aus den Scherversuchen können nur in Abhängigkeit von der Pulverdichte ausgewertet werden und geben wie die zuvor genannten Verfahren keine direkte Auskunft über interpartikuläre Kräfte. Des weiteren ist dieses Verfahren recht zeitaufwendig und erfordert einige Übung in der Handhabung.

Aufgabe der Erfindung

- 30 Es ist Aufgabe der Erfindung mit einem einfachen, gut reproduzierbaren und genauen Verfahren die Fließeigenschaften von Schüttgütern qualitativ und quantitativ zu beschreiben.

Beim Ausfließen von Schüttgütern aus einem Trichter sind Fließstörungen, wie Brücken- und Schacht-Bildung, ein häufiges Problem. Ursache für die Fließstörungen sind interpartikuläre Wechselwirkungen und Wechselwirkungen zwischen der Wand und dem Schüttgut.

- 35 Erst bei Kenntnis der Einflußparameter und der interpartikulären Kräfte im Schüttgut können gezielt Maßnahmen zur Verbesserung bzw. zur Kontrolle dessen Fließfähigkeit getroffen werden.

Lösung der Aufgabe

- 40 Vorrichtung und Verfahren ermöglicht das Ausfließen von schlecht fließenden Schüttgütern aus einem Trichter durch einen Rührer und ermittelt gleichzeitig die vom Rührer aufgewendete Kraft. Die Kraft, die der Rührer zum Fließen der Probe aufwenden muß, ist ein Maß für die interpartikulären Kräfte des Schüttgutes und wird durch das Drehmoment angegeben. Der Rührer wird durch einen Motor angetrieben, so daß dessen Geschwindigkeit variabel und konstant ist.

- 45 Eine unter dem Trichter angeordnete elektronische, computergesteuerte Waage ermöglicht die direkte Ermittlung der Auslaufgeschwindigkeit während des Rührvorganges. Durch diesen Aufbau kann z. B. die Auslaufgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Drehzahl ausgewertet werden. Somit werden Informationen über die Dynamik der Brückenbildung im Trichter infolge interpartikulärer Haftkräfte erhalten.

- 50 Die Schüttgüter werden durch die Bestimmung der dem freien Ausfließen entgegenwirkende Kraft sowie die Dynamik der Brückenbildung systematisch untersucht. Optimale Rezepturen können aufgrund dieses Wissens entwickelt werden, z. B. durch die gezielte Auswahl nach Art und Menge der Fließregulierungsmittel oder durch die Feststellung der optimalen Mischzeit. Daneben besteht aber auch die Möglichkeit die Qualität von Schüttgütern und deren Rezepturen im Hinblick auf ihre Fließeigenschaften zu beurteilen.

Vorteile der Erfindung

- 55 Der große Meßbereich und der geringe Meßfehler gewährleisten eine gute Reproduzierbarkeit, auch und besonders bei kohäsiven Untersuchungsgütern. So können mit dieser Vorrichtung und diesem Verfahren geringe Unterschiede im Fließverhalten oder der interpartikulären Kraft zwischen Schüttgütern erfaßt werden. Die Abhängigkeit von einer definierten Porosität ist ebensowenig gegeben wie die Einschränkung auf gut fließende Schüttgüter. Verschiedene Versuchsbedingungen, wie Rührergeometrien, Füllhöhe oder Zeitverfestigung, können untersucht werden. So ist ein einfach zu bedienendes und schnelles, zeiteinsparendes Verfahren entstanden, das in einem Arbeitsschritt mehrere wesentliche Basisinformationen über das Fließverhalten von Schüttgütern liefert. Die Kraft des Schüttgutes, die einem freien Ausfließen entgegensteht, wird gleichzeitig mit der Auslaufgeschwindigkeit bestimmt. Die Vorrichtung und das Verfahren kann in der Forschung und Entwicklung oder auch in der Qualitätskontrolle gleichermaßen Anwendung finden.

65

DE 198 09 625 A 1

Beispielbeschreibung

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. 5
 Vorrichtung besteht aus einem Auslaufrichter 1, der nach unten mit einer Schließvorrichtung versehen ist. Die Schüttgutprobe 5 kann locker bei geschlossener Trichteröffnung eingefüllt werden.

Mögliche Beispiele zu Trichtergeometrien sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

	Beispiele	bevorzugte Auswahl	10
Trichtermaterial	Stahl, Legierungen, Aluminium...	poliertes Aluminium	15
Trichterhöhe	50 - 900 mm	111,5 mm	
Trichterneigung	10 - 70 °	20 °	20
Trichteröffnung	3 - 300 mm	10 mm	

Alle Angaben sind nur als Beispiele zu werten und richten sich nach den Schüttgütern. So ist bei der Auswahl des Wandmaterials darauf zu achten, daß sich dieses inert zum Schüttgut verhält. Die Trichterhöhe kann variabel nach der zu messenden Schüttgutmenge gewählt werden und die Trichterneigung ist abhängig von der Wandreibung zwischen Schüttgut und ausgewähltem Wandmaterial. 25

Fließstörungen, die die Verwendung von verschiedenen Geometrien des Auslaufrichters nötig machen würden, werden durch einen Rührer beseitigt. Ein gleichmäßiges Fließen von Schüttgütern mit verschiedenen Fließeigenschaften ist somit gewährleistet. Der Rührer, der in der Form variierbar ist, ist in den Auslaufrichter 1 eingebaut und mit dem Meßgerät 2 zur Aufnahme des Drehmomentes verbunden. Verschiedene Rührerformen können eingesetzt werden. Als geeignet hat sich z. B. ein Rührer mit versetzten Stäbe, die senkrecht zueinander um eine Rotationsachse angeordnet sind, herausgestellt (Abb. 1 und 2). Die Rührstäbe haben hier einen Durchmesser von 0,8 mm und sind zwischen 5,1 und 40,0 mm lang. Der Durchmesser der Stäbe kann aber variabel von 0,4 bis 10 mm gewählt werden und richtet sich nach Größe und Gewichtskraft der Schüttgutpartikel. Die Längen der Stäbe sind ebenso variabel und der Trichterform angepaßt. Die Stäbe sollten stets einen geringen Abstand zur Wand haben, um Kernfluß des Schüttgutes entgegenzuwirken. Es können in diesem Beispiel bis zu 49 Stäbe auf die Rotationsachse im Abstand von 2 mm befestigt werden. Daneben besteht noch die Möglichkeit, den Abstand zwischen den Stäben mit Abstandhalter zu variieren. 30 35 40

Die Meßwerte ausgehend vom Widerstand der Schüttgutprobe gegen den Rührer werden über einen Meßwertverstärker 3 direkt an einen Computer 6 weitergeleitet. Das Meßgerät 2 und der Meßwertverstärker 3 können aber auch in einem Gerät zusammengefaßt sein. Als weiteres kann unterhalb des Auslaufrichters eine elektronische Waage 4 angeordnet sein, die die Masse des aus dem Auslaufrichter ausfließende Schüttgutes pro Zeiteinheit computergestützt 6 ermittelt. 45

Nach dem Öffnen der Schließvorrichtung an der Trichteröffnung wird gleichzeitig die Meßdatenaufnahme 6 von elektronischer Waage 4 und Drehmoment 2, 3 gestartet. Somit werden gleichzeitig die Meßdaten zur Bestimmung der Auslaufgeschwindigkeit und der Kraft zum Gewährleisten des Fließens aufgenommen. Danach folgt die computergestützte Auswertung der Daten. 50

Patentansprüche

1. Vorrichtung und Verfahren zur qualitativen und quantitativen Prüfung der Fließeigenschaften von Schüttgütern, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vorrichtung und dem Verfahren der Auslaufrichter mit einem drehzahlregelbaren elektrischen Rührer versehen ist, der mit einem Meßgerät zur Aufnahme des beim Rühren aufzubringenden Drehmomentes verbunden ist. 55
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb des Auslaufrichters eine elektronische Waage zur Messung der Auslaufgeschwindigkeit des Schüttgutstromes angebracht ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dynamik der Brückenbildung aus der Abhängigkeit der Auslaufgeschwindigkeit von der Drehzahl des Rührers bestimmt werden kann.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß statt der Waage die Zeit zum Ausfließen der gesamten Schüttgutmenge auch mittels Lichtschranke und/oder Stoppuhr abgegriffen werden kann. 60
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß Form und Anordnung des Auslaufrichters sowie des Rührers je nach Schüttgutprobe und Fragestellung variiert werden können.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß gleichzeitig oder auch unabhängig voneinander Auslaufgeschwindigkeit und Böschungswinkel bestimmt werden können. 65
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren die Aufnahme verschiedener Fließeigenschaften eines Schüttgutes, wie z. B. Auslaufgeschwindigkeit, Drehmoment und Böschungswinkel, in einem Arbeitsschritt ermöglicht.

DE 198 09 625 A 1

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß alle Meßdaten computergesteuert pro variabler wählbarer Zeiteinheit aufgenommen und ausgewertet werden.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des Rührers variabel wählbar ist.

5

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

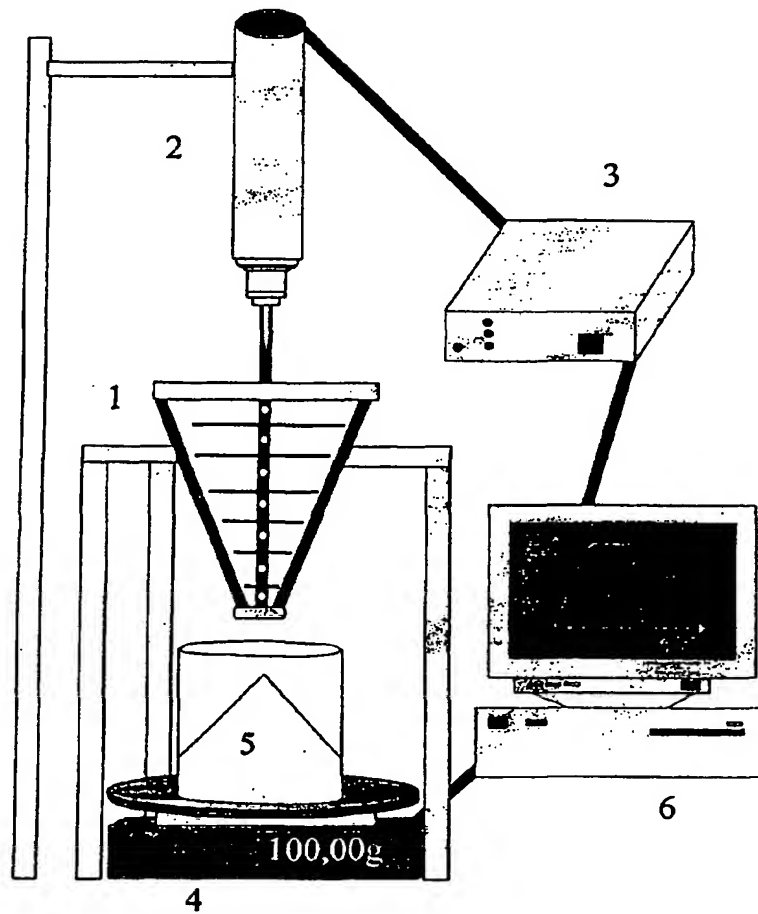


Abbildung 1

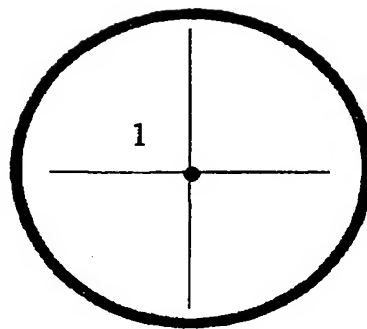


Abbildung 2